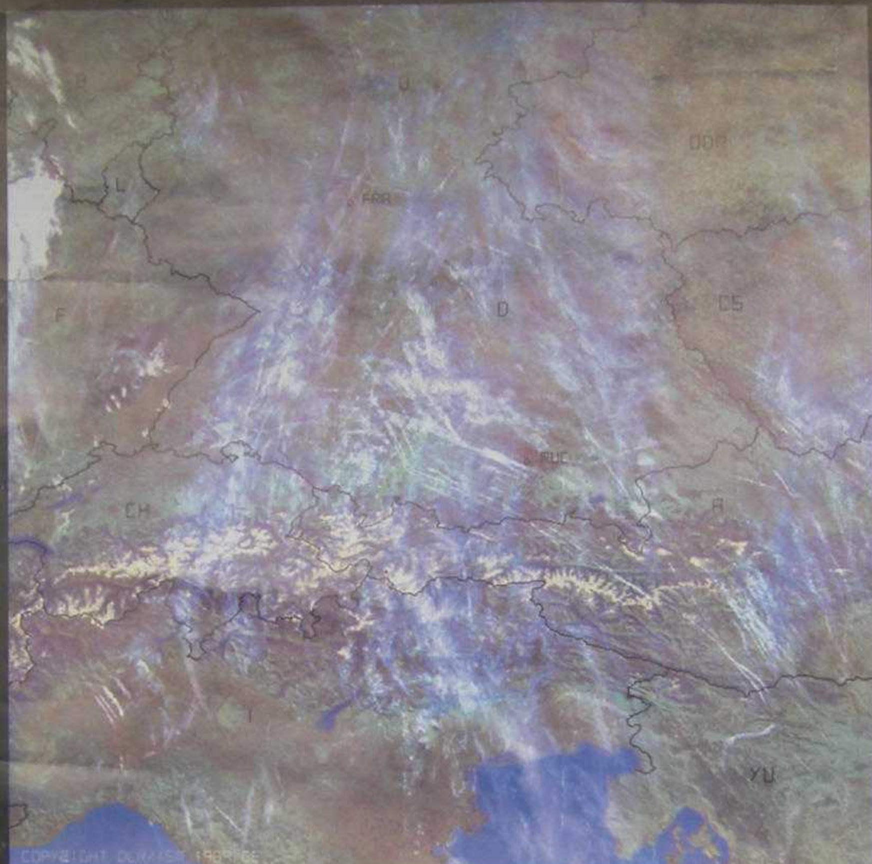
Das Poster der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) aus dem Jahr 1989 (!)

Das Poster belegt, daß der überhandnehmende Flugverkehr und die durch ihn verursachten Kondensstreifen (Wolkenbildung und Luftverschmutzung) am Himmel über Deutschland durch den Linienflugverkehr schon vor Jahrzehnten (!) als Problem erkannt wurde.

Auf diesem Poster sind verschiedene Fotos (u.a. auch Satellitenfotos) zu sehen, auf welchem ein mit Kondensstreifen übersäter Himmel über Mitteleuropa zu erkennen ist. Leider wurden die negativen Auswirkungen am Himmel, die der Flugverkehr verursacht, bei der DLR ab Anfang der 1990er Jahre nicht mehr thematisiert, was auf den großen Einfluß der Flugzeug- und Treibstofflobbies hindeutet.

Kondensstreifen im Satellitenbild
Contrails Observed from Space





Beeinflußt der stark zunehmende Luftverkehr unser Klima durch Kondensstreifen? Um diese Frage beantworten zu können, muß man die Häufigkeit von Kondensstreifen kennen. Die DLR versucht, diese Häufigkeit aus Satellitendaten zu bestimmen.

Am 18. Oktober 1989 waren die äußeren Bedingungen so, daß sich ungewöhnlich viele langlebige Kondensstreifen über Süddeutschland bildeten. In Höhen zwischen 8 und 12 km war feuchte, tropische Luft eingeflossen. Der Luftverkehr wirkte mit seinen Kondensstreifen als Auslöser für Wolkenbildung. Die entstehenden Wolken waren vom Boden aus deutlich sichtbar, siehe Foto.

An diesem Tag waren die Kondensstreifen in großer Zahl auch in den AVHRR-Daten des NOAA-11-Satelliten von 13:16 MEZ erkennbar, was aufgrund der Auflösung der Satellitensensoren von ca. 1 km auf sehr breite oder sehr dicke und damit sehr kontrastreiche Kondensstreifen schließen läßt. Das Bild entstand durch eine nichtlineare Kombination der fünf kalibrierten Spektralkanäle des Satelliten vom Solaren bis zum thermischen Infraroten. Drei Ergebnisfelder sind verschiedenfarbig übereinander dargestellt und lassen so die relativ dünnen Kondensstreifen deutlich erkennen.

Die Ergebnisse zeigen, daß ein erheblicher Anteil (ca. 10 %) des Himmels über Süddeutschland mit streifenförmigen Cirruswolken von 2 bis 10 km Breite und bis zu 500 km Länge bedeckt waren. Ca. 70 Kondensstreifen wurden in diesem Gebiet gezählt. Die Flugrouten einzelner Flugzeuge sind deutlich erkennbar.

Durch systematische Auswertung von Satellitendaten ist in Zukunft zu klären, welchen Anteil die durch Luftverkehr ausgelösten Wolken an der Bewölkung im Jahresmittel ausmachen. Wahrscheinlich ist, daß dieser Anteil nur an wenigen Tagen so ausgeprägt ist, wie bei dem hier beobachteten Fall.

Is the earth's climate influenced by contrails due to growing air traffic? An answer to this question can only be given when the frequency of occurence of such contrails is known. DLR tries to determine this frequency from satellite data.

On October 18, 1989, an unusual large number of long-living contrails formed over southern Germany due to exceptional meteorological conditions. The altitude range between 8 and 12 km was filled with humid tropical air. Air traffic triggered formation of cirrus clouds by contrails. The resulting clouds were clearly visible from ground, as can be seen from the camera shot.

The contrails were also clearly detectable from AVHRR sensor data of the NOAA-11 satellite which passed over Oberpfaffenhofen at 12:16 UTC. Because of the limited resolution of the satellite sensor of about 1 km, the visibility implies that very broad or very thick contrails have been formed which result in sufficient contrast relative to the environment. The satellite picture has been generated by a nonlinear combination of the five calibrated spectral channels of the satellite, from the solar to the thermal infrared spectral range. Three deduced fields are plotted in false colour so that the rather thin contrails become clearly visible.

The result shows that a large fraction (about 10 %) of southern Germany was covered by contrails of 2 to 10 km in width and up to 500 km in length. About 70 contrails have been counted in this area. The flight tracks are clearly identifiable.

In the future, a systematic study of such remote sensing products will be performed to answer the question of how frequent aircraft induced contrails appear and what fraction of the annual cloud cover is caused by this effect. It is likely that this fraction is as large at a few days of a year only as it is in this specific example. ■

Das große Bild ist das Ergebnis einer komplexen Verarbeitung aller fünf AVHRR-Kanäle zu einem Farbkomposit. Hierin erscheinen bebaute oder vegetationsarme Gebiete (vor allem Städte) orangerot, Vegetationen je nach Art und Zustand ocker bis grün, Wälder mit großem Nadelholzanteil blaugrün, Wasserflächen blau, Schnee gelblich-weiß und Wolken hellblau-grau.

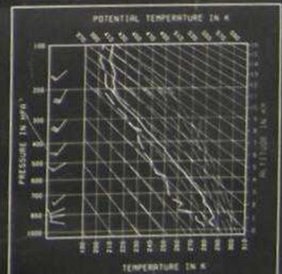
Das Bild rechts oben stellt die für den Blauanteil des Farbkomposites verwendete Kombination der AVHRR-Kanäle dar. Sie ist im wesentlichen verantwortlich für den starken Kontrast dünner Wolken zu ihrer Umgebung. Das mittlere Bild ist eine Vergrößerung eines Ausschnittes aus dem Farbkomposit. Es zeigt einerseits deutlich die Luftstraßen südwestlich von München und den Versatz der Kondensstreifen aufgrund des Windes. Andererseits wird bereits das begrenzte räumliche Auflösungsvermögen des AVHRR deutlich. So erscheint ein Wolkenfeld südwestlich von München im Satellitenbild als geschlossen, obwohl es tatsächlich aus vielen Kondensstreifen besteht. Dies wird durch das Bild rechts unten deutlich, eine Fotografie der Bewölkungsverhältnisse in Oberpfaffenhofen zur Zeit des Satellitenüberfluges.

In das Stüve-Diagramm darunter ist der Münchener Radiosondenaufstieg vom 18. Oktober 1989, 12.00 UTC, eingezeichnet. Daraus geht hervor, daß sich in Höhen zwischen 8 und 12 km eine relativ feuchte Schicht befand, die die Entstehung dauerhafter Kondensstreifen begünstigte. Auch die kräftige südwestliche Strömung, die zum Versatz der Kondensstreifen führte, ist hier dokumentiert.

The large image is the result of a complex processing of all five channels of the AVHRR to obtain a colour composite. Urban areas or those with only little vegetation appear orange-red, different kinds of vegetation appear ochre to green, coniferous forests are blue-green, water surfaces are blue, snow is yellow to white, and clouds are shown in a light blue to grey colour.

The upper right image shows the combination of the AVHRR channels used for the blue part of the colour composite. It is responsible for the strong contrast of thin clouds to their surrounding. The image in the middle is an enlargement from the colour composite. On the one hand it clearly shows the airways southwest of Munich and the shift of the contrails according to the wind. On the other hand the limited spatial resolution of the AVHRR can be noticed. An area southwest of Munich seems to be completely cloud covered in the satellite image, though it consists in fact of many contrails. This is demonstrated by the lower right image which is a photograph of the cloud situation in Oberpfaffenhofen at the time of the satellite overpass.

In the Stüve-diagram below, the Munich radiosonde profiles from 18 October 1989, 12:00 UTC are shown. It can be seen that the air between 8 and 12 km altitude was relatively humid which favoured the development of persistent contrails. Also the strong southwesterly air flow is documented which caused the shift of the contrails. ■



Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)

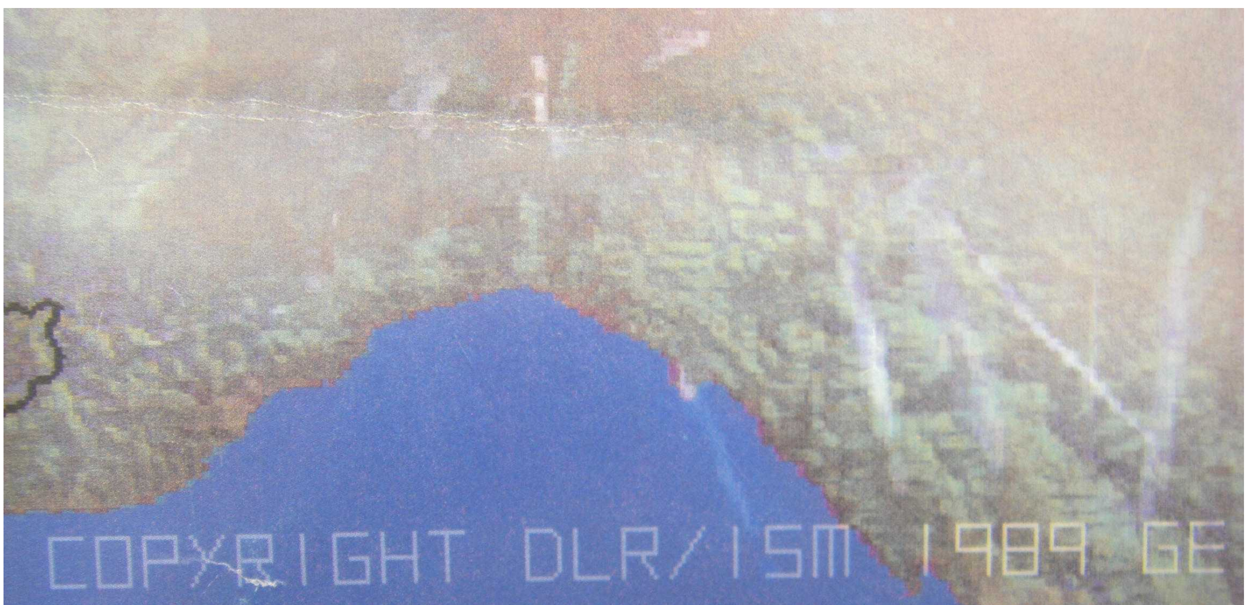
Kanäle/Spektralbereiche:	*Channels/spectral ranges:*
1/0.58 –0.68 µm 3/3.55–3.93 µm 4/10.3–11.3 µm	
2/0.725–1.0 µm 5/11.5–12.5 µm	
Räumliche Auflösung: 1.1 km in Subsatellitenspur	*Spatial resolution: 1.1 km at sub-satellite-track*
Umlaufbahn von NOAA-11: polar sonnensynchron in 850 km Höhe	*Orbit of NOAA-11: polar sunsynchronous in an altitude of 850 km*
Daten: Empfang und Verarbeitung: DLR/DFD Oberpfaffenhofen	*Data: Reception and processing: DLR/DFD Oberpfaffenhofen*

Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) · Institut für Physik der Atmosphäre

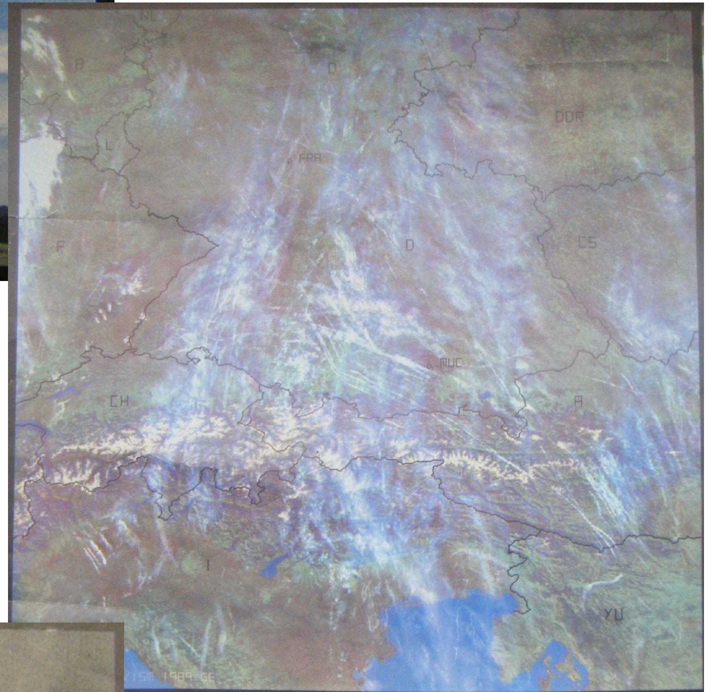
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Forschungszentren in Braunschweig · Göttingen · Köln-Porz · Oberpfaffenhofen · Stuttgart

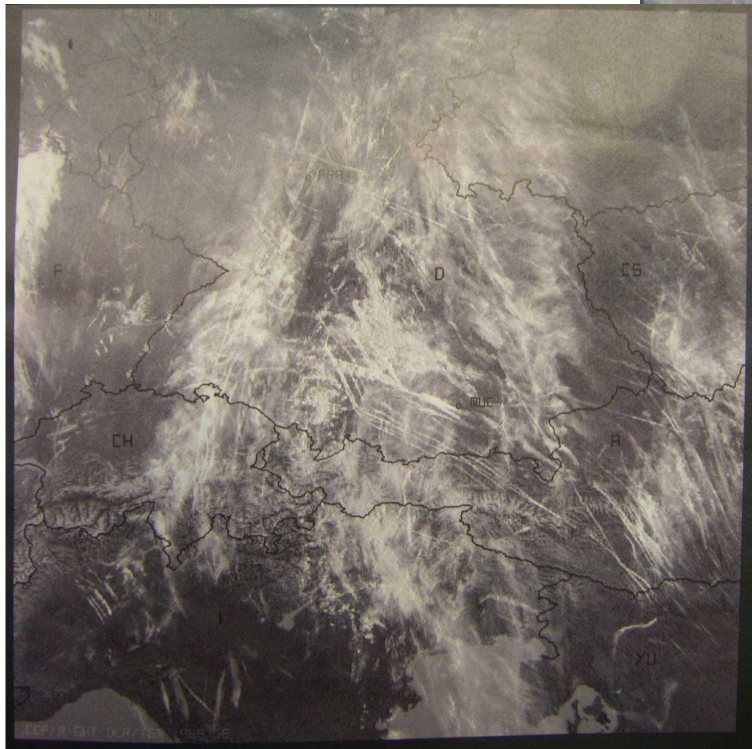


Kondensstreifen im Satellitenbild
Contrails Observed from Space






DDR
FRA
F
D
CS
MUC
CH
A
I
YU


FRA
F
D
CS
MUC
CH
A
I
YU

Beeinflußt der stark zunehmende Luftverkehr unser Klima durch Kondensstreifen? Um diese Frage beantworten zu können, muß man die Häufigkeit von Kondensstreifen kennen. Die DLR versucht, diese Häufigkeit aus Satellitendaten zu bestimmen.

Am 18. Oktober 1989 waren die äußeren Bedingungen so, daß sich ungewöhnlich viele langlebige Kondensstreifen über Süddeutschland bildeten. In Höhen zwischen 8 und 12 km war feuchte, tropische Luft eingeflossen. Der Luftverkehr wirkte mit seinen Kondensstreifen als Auslöser für Wolkenbildung. Die entstehenden Wolken waren vom Boden aus deutlich sichtbar, siehe Foto.

An diesem Tag waren die Kondensstreifen in großer Zahl auch in den AVHRR-Daten des NOAA-11-Satelliten von 13:16 MEZ erkennbar, was aufgrund der Auflösung der Satellitensensoren von ca. 1 km auf sehr breite oder sehr dicke und damit sehr kontrastreiche Kondensstreifen schließen läßt. Das Bild entstand durch eine nichtlineare Kombination der fünf kalibrierten Spektralkanäle des Satelliten vom Solaren bis zum thermischen Infraroten. Drei Ergebnisfelder sind verschiedenfarbig übereinander dargestellt und lassen so die relativ dünnen Kondensstreifen deutlich erkennen.

Die Ergebnisse zeigen, daß ein erheblicher Anteil (ca. 10 %) des Himmels über Süddeutschland mit streifenförmigen Cirruswolken von 2 bis 10 km Breite und bis zu 500 km Länge bedeckt waren. Ca. 70 Kondensstreifen wurden in diesem Gebiet gezählt. Die Flugrouten einzelner Flugzeuge sind deutlich erkennbar.

Durch systematische Auswertung von Satellitendaten ist in Zukunft zu klären, welchen Anteil die durch Luftverkehr ausgelösten Wolken an der Bewölkung im Jahresmittel ausmachen. Wahrscheinlich ist, daß dieser Anteil nur an wenigen Tagen so ausgeprägt ist, wie bei dem hier beobachteten Fall.

Das große Bild ist das Ergebnis einer komplexen Verarbeitung aller fünf AVHRR-Kanäle zu einem Farbkomposit. Hierin erscheinen bebaute oder vegetationsarme Gebiete (vor allem Städte) orangerot, Vegetationen je nach Art und Zustand ocker bis grün, Wälder mit großem Nadelholzanteil blaugrün, Wasserflächen blau, Schnee gelblich-weiß und Wolken hellblau-grau.

Das Bild rechts oben stellt die für den Blauanteil des Farbkomposites verwendete Kombination der AVHRR-Kanäle dar. Sie ist im wesentlichen verantwortlich für den starken Kontrast dünner Wolken zu ihrer Umgebung. Das mittlere Bild ist eine Vergrößerung eines Ausschnittes aus dem Farbkomposit. Es zeigt einerseits deutlich die Luftstraßen südwestlich von München und den Versatz der Kondensstreifen aufgrund des Windes. Andererseits wird bereits das begrenzte räumliche Auflösungsvermögen des AVHRR deutlich. So erscheint ein Wolkenfeld südwestlich von München im Satellitenbild als geschlossen, obwohl es tatsächlich aus vielen Kondensstreifen besteht. Dies wird durch das Bild rechts unten deutlich, eine Fotografie der Bewölkungsverhältnisse in Oberpfaffenhofen zur Zeit des Satellitenüberfluges.

In das Stüve-Diagramm darunter ist der Münchener Radiosondenaufstieg vom 18. Oktober 1989, 12.00 UTC, eingezeichnet. Daraus geht hervor, daß sich in Höhen zwischen 8 und 12 km eine relativ feuchte Schicht befand, die die Entstehung dauerhafter Kondensstreifen begünstigte. Auch die kräftige südwestliche Strömung, die zum Versatz der Kondensstreifen führte, ist hier dokumentiert.

The large image is the result of a complex processing of all five channels of the AVHRR to obtain a colour composite. Urban areas or those with only little vegetation appear orange-red, different kinds of vegetation appear ochre to green, coniferous forests are blue-green, water surfaces are blue, snow is yellow to white, and clouds are shown in a light blue to grey colour.

The upper right image shows the combination of the AVHRR channels used for the blue part of the colour composite. It is responsible for the strong contrast of thin clouds to their surrounding. The image in the middle is an enlargement from the colour composite. On the one hand it clearly shows the air ways southwest of Munich and the shift of the contrails according to the wind. On the other hand the limited spatial resolution of the AVHRR can be noticed. An area southwest of Munich seems to be completely cloud covered in the satellite image, though it consists in fact of many contrails. This is demonstrated by the lower right image which is a photograph of the cloud situation in Oberpfaffenhofen at the time of the satellite overpass.

In the Stüve-diagram below, the Munich radiosonde profiles from 18 October 1989, 12.00 UTC are shown. It can be seen that the air between 8 and 12 km altitude was relatively humid which favoured the development of persistent contrails. Also the strong southwesterly air flow is documented which caused the shift of the contrails. ■

Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)

Kanäle/Spektralbereiche: *Channels/spectral ranges:*
1/0.58 –0.68 μm 3/3.55–3.93 μm 4/10.3–11.3 μm
2/0.725–1.0 μm 5/11.5–12.5 μm

Räumliche Auflösung:
1.1 km in
Subsatellitenspur

Spatial resolution:
1.1 km at
sub-satellite-track

Umlaufbahn
von NOAA-11:
polar sonnensynchron
in 850 km Höhe

Orbit
of NOAA-11:
polar sunsynchronous
in an altitude of 850 km

Daten:
Empfang und
Verarbeitung:
DLR/DFD
Oberpfaffenhofen

Data:
Reception and
processing:
DLR/DFD
Oberpfaffenhofen

